

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10209573
PUBLICATION DATE : 07-08-98

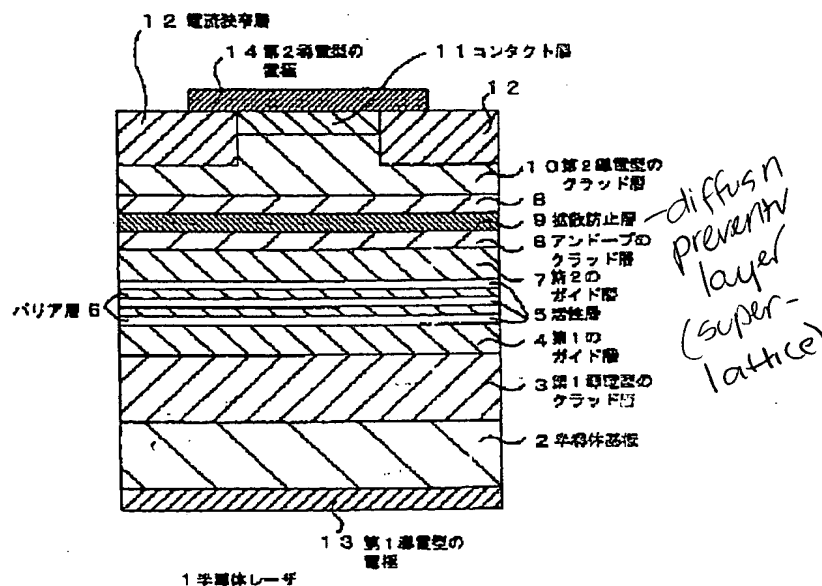
APPLICATION DATE : 22-01-97
APPLICATION NUMBER : 09009638

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : KAWASUMI TAKAYUKI;

INT.CL. : H01S 3/18 H01L 33/00

TITLE : LIGHT EMITTING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent doped impurities from being diffused into an active layer to suppress the deterioration of the active layer caused by the diffusion of impurities and thereby lengthen the life of a device, by forming a layer having a lattice unconformity between the active layer and an impurity doped layer.

SOLUTION: In a semiconductor laser 1, a diffusion preventive layer 9 having a lattice unconformity is constituted of alternately stacked compression strain layers and tensile strain layers. Due to this structure, zinc doped into a second conductivity-type clad layer 10 is prevented by the diffusion preventive layer 9 from being diffused into an active layer 5, and zinc does not enter the active layer 5. Therefore, the interstitial diffusion of zinc in the active layer 5 can be prevented and thereby the deterioration of the active layer can be suppressed and the life of the semiconductor laser 1 can be lengthened, resulting in the increase in the reliability of the semiconductor laser 1. By this method, there is no necessity of caring about the diffusion of zinc into the active layer 5 and, therefore, the degree of freedom of doping profile of zinc can be expanded.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

NOT AVAILABLE COPY

AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209573

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

B

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-9638

(22) 出願日

平成9年(1997) 1月22日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 河角 孝行

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

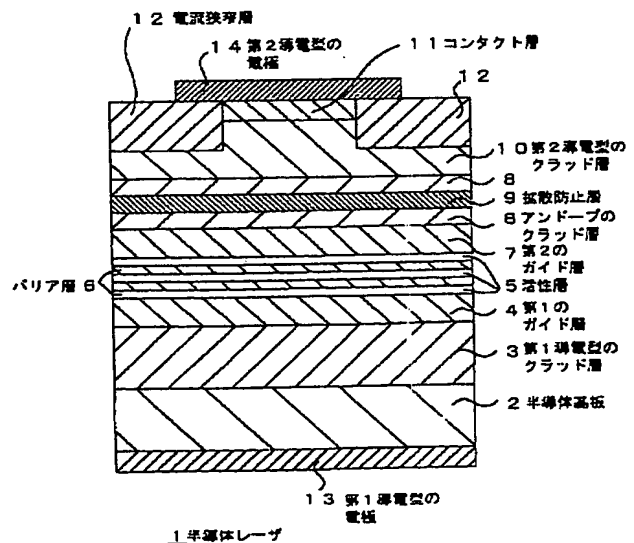
(74) 代理人 弁理士 松隈 秀盛

(54) 【発明の名称】 発光素子

(57) 【要約】

【課題】 導入不純物の拡散に起因する活性層の劣化を抑制することにより、信頼性の高い発光素子を提供する。

【解決手段】 活性層5と不純物導入した層10との間に格子不整合を有する層9を設ける発光素子1を構成する。



実施例の構成図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層と不純物導入した層との間に格子不整合を有する層を設けることを特徴とする発光素子。

【請求項2】 上記格子不整合を有する層が圧縮歪み層であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項3】 上記格子不整合を有する層が引っ張り歪み層であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項4】 上記格子不整合を有する層が、圧縮歪み層と引っ張り歪み層との積層構造であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項5】 上記不純物導入した層が、導入不純物として亜鉛を用いる層であることを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【請求項6】 AlGaInP系材料により構成されたことを特徴とする請求項1に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、活性層と不純物導入を行った層とを有する、例えば半導体レーザや発光ダイオード等の発光素子に係わる。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザや発光ダイオード等の電流注入型の発光素子においては、電流注入の効率及び発光効率を上げるため、 p/n の接合位置と活性層の位置は近い方がよい。また、同様な理由で不純物導入の濃度は高い方が望ましい。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、活性層にある種の不純物が入り込むと活性層の劣化が著しく速くなるため、通常は活性層の近傍における不純物の導入濃度を下げたり、活性層の近傍はノンドープの層として、不純物を活性層から離す等の工夫がなされる。このように、活性層付近のドーピングプロファイルは、素子の信頼性を左右する重要なファクターである。

【0004】なかでも、GaAsやGaInP等のIII-V族半導体における亜鉛のドーピングでは、亜鉛が非常に拡散しやすく、高温で結晶成長を行っている最中に容易に活性層近傍に入り込むため、発光素子の劣化の原因となる（文献Endo et al.: Appl. Phys. Lett. 64(1994), p146参照）。

【0005】即ち、不純物の拡散領域が、活性層に近過ぎると発光素子の寿命が低下して信頼性が低下し、活性層から遠すぎると p/n 接合に対して位置がずれてしまう。従って、不純物の導入条件が、発光素子において重要な要素となっているが、亜鉛等導入不純物の拡散を制御するのは困難であり、そのためドーピングプロファイルの自由度は極めて低くなっている。

【0006】上述した問題の解決のために、本発明においては、導入不純物の拡散に起因する活性層の劣化を抑

制することにより、信頼性の高い発光素子を提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の発光素子は、活性層と不純物導入した層との間に格子不整合を有する層を設ける構成である。

【0008】上述の本発明の構成によれば、格子不整合を有する層を設けることにより、導入された不純物が、格子不整合を有する層により拡散が抑制されるため、その先の活性層にまで拡散することを抑制することができる。これにより不純物の拡散による活性層の劣化を抑制し、長寿命化することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明は、活性層と不純物導入した層との間に格子不整合を有する層を設ける発光素子である。

【0010】また本発明は、上記発光素子において、格子不整合を有する層が圧縮歪み層である構成とする。

【0011】また本発明は、上記発光素子において、格子不整合を有する層が引っ張り歪み層である構成とする。

【0012】また本発明は、上記発光素子において、格子不整合を有する層が、圧縮歪み層と引っ張り歪み層との積層構造である構成とする。

【0013】また本発明は、上記発光素子において、不純物導入した層が、導入不純物として亜鉛を用いる層である構成とする。

【0014】また本発明は、上記発光素子において、AlGaInP系材料により構成された構成とする。

【0015】本発明の実施例の説明に先立ち、本発明の概要について説明する。本発明においては、活性層と不純物導入を行った層との間に格子不整合を有する層（いわゆる歪み層）が形成されて発光素子を構成している。

【0016】ここでは、例えばGaAsやGaInP等のIII-V族化合物半導体の中の亜鉛（Zn）ドーブを例に採る。この場合亜鉛は、III族のサイトに入って、アクセプタとなるが、取り込まれた亜鉛の一部は格子間原子となる。亜鉛は半導体中を容易に拡散するが、拡散は主にこの格子間にある亜鉛原子によって起こる。

【0017】半導体レーザや発光ダイオード等の電流注入型の半導体発光素子を作製する場合には、亜鉛が活性層に入り込むと素子の信頼性が著しく悪化するので、活性層からやや離れた位置から、又は離れた位置まで亜鉛ドーブを行っている。しかし、成長中の高温の状態において、活性層方向に主に格子間にあった亜鉛原子が拡散してしまう。

【0018】通常、発光素子を構成する各層は、ほぼ格子整合条件で作製されている。ここで、活性層と不純物導入された層（以下ドーブ層とする）との間に格子不整合を有する層があるとすると、亜鉛等の導入不純物の移

動のしかたが変わってくる。

【0019】例えば、格子定数が大きく、そのため圧縮歪みが生じている層では、格子間の亜鉛の存在は不安定になる。そのため、図3に示すように、ドーピング層21に導入された亜鉛は、格子整合層22には容易に拡散するが、格子整合層22からこの圧縮歪み層23への格子間の亜鉛の移動は起こりにくくなる。従って、活性層25への亜鉛の到達は抑制されている。図3中矢印は亜鉛の移動を示し、線が太い程移動しやすいことを表す。即ち圧縮歪み層23が移動を抑制する効果を有している。

【0020】また逆に、格子定数が小さく、そのため引っ張り歪みが生じている層では、格子間原子の存在は格子整合している層よりも安定となり、図4に示すように、格子整合層22からこの引っ張り歪み層24への格子間の亜鉛の移動は容易となるが、引っ張り歪み層24から格子整合層22への移動は抑制される。従って、格子間の亜鉛は引っ張り歪み層24にトラップされ、結局この場合も活性層25への移動は抑制される。

【0021】このように、格子整合層22の中に格子歪みを有する層23、24があると、それが圧縮歪み層23、引っ張り歪み層24のいずれであっても、格子間原子の移動を抑制する働きを有する。

【0022】ここで、歪みの量が大いほど、また歪みを有する層が厚いほど、導入不純物の移動を抑制する効果が大いだが、結晶の質を維持するためには歪みを有する層の厚さが臨界膜厚以下である必要がある。従って、圧縮歪み層23又は引っ張り歪み層24の単層により歪み層を構成すると、十分な効果が得られない場合がある。

【0023】そこで、引っ張り歪み層23と圧縮歪み層24を組み合わせた積層構造を採ることにより、各々の歪みを補償することにより、実質的な臨界膜厚を大きくすることができ、格子間原子の移動を抑制する効果を高めることができる。例えば図5に示すように、引っ張り歪み層23と圧縮歪み層24とを交互に積層した積層構造により、このような効果を実現することができる。

【0024】以下、図面を参照して本発明の発光素子の具体的な実施例を説明する。図1は、本発明の発光素子の実施例、本例ではAlGaInP系の半導体レーザに適用した例の断面図を示す。この半導体レーザ1は、いわゆるSCD (Separate Confinement Heterostructure) 構造を有するもので、光導波を行う層を活性層と別に設けている。

【0025】この半導体レーザ1は、第1導電型例えばn型のシリコンをドーブしたGaAsからなる半導体基板2上に、例えばSeをドーブしたAlGaInPからなる第1導電型のクラッド層3が形成され、その上に例えばAlGaInPからなる第1のガイド層4が形成されている。

【0026】この第1のガイド層4の上に、例えばGaInPからなる活性層5と、例えばAlGaInPからなるバリア層6とを交互に積層し量子井戸構造の活性層が形成されている。これの上には、例えばAlGaInPからなる第2のガイド層7が形成され、その上に例えばAlGaInPからなるアンドープのクラッド層8が形成され、その上の格子不整合を有する拡散防止層9を挟んで、またアンドープのクラッド層8が形成されている。

【0027】アンドープのクラッド層8の上には、例えば亜鉛をドーブしたAlGaInPからなる亜鉛をドーブした第2導電型(p型)のクラッド層10が形成され、さらにその上に例えば亜鉛をドーブしたGaAsからなるコンタクト層11が形成されている。

【0028】そして、電流狭窄のためのストライプ構造を構成するために、ストライプ構造の両外側に、例えばホウ素等の第1導電型(n型)の不純物を導入した電流狭窄層12が形成されている。さらに、半導体基板2の下には第1導電型(n型)の電極13が、コンタクト層11の上には第2導電型(p型)の電極14が、それぞれ形成されて成る。

【0029】そして、本例においては、格子不整合を有する拡散防止層9は、図2に活性層近傍のエネルギーバンド図を示すように、圧縮歪み層9aと引っ張り歪み層9bとを交互に積層した構造により構成する。これにより、第2導電型のクラッド層10にドーブされた亜鉛が、この拡散防止層9により拡散が止められて活性層5に入り込むことがない。

【0030】従って、格子間の亜鉛の活性層5への拡散を抑制することができるので、活性層5の劣化を抑制して寿命を長くすることができ、半導体レーザ1の信頼性を高めることができる。これにより、亜鉛の活性層5への拡散にとらわれず、亜鉛のドーピングプロファイルの自由度を広げることができる。

【0031】この半導体レーザ1は、例えば次のようにして製造する。基板上への各層の結晶成長は例えばMOCVD法を用いる。原料はTMGa (トリメチルガリウム)、TMAI (トリメチルアルミニウム)、TMIn (トリメチルインジウム)、DMZn (ジメチル亜鉛)の有機金属原料と、AsH₃、PH₃、H₂Seの水素化ガスを用いる。成長温度は700℃、成長室内の圧力は200torrで成長を行う。キャリアガスは例えばH₂を用いる。

【0032】まず、例えば<110>方向に8°傾いた<100>面のシリコンをドーブしたGaAsからなる半導体基板2上に、例えば1μm程度の厚さの例えばSeをドーブした(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P等からなる第1導電型のクラッド層3を形成し、例えば50nm程度の厚さの例えば(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}P等からなる第1のガイド層4を順次積層形成す

る。

【0033】そして、これの上に例えば5nm程度の厚さの $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 等からなる活性層5と例えば6nm程度の厚さの例えば $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 等からなるバリア層6を交互に積層形成し、例えば3つの量子井戸構造を形成した活性層を構成する。

【0034】続いて、これの上に厚さ50nm程度の厚さの例えば $(\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 等からなる第2のガイド層7を形成し、厚さ200nm程度の例えば $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 等からなるアンドープのクラッド層8を形成する。

【0035】次に、これの上に拡散防止層9を形成する。拡散防止層9は、 $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ 等からなる引っ張り歪み層9bと $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{P}$ 等からなる圧縮歪み層9aとを交互に例えば10周期積層した積層構造により構成する。このように AlGaInP 系では、格子整合条件より In を減らすと引っ張り歪み層に、格子整合条件より In を増やすと圧縮歪み層になる。

【0036】続いて、拡散防止層9の上にも厚さ200nm程度の $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 等からなるアンドープのクラッド層8を形成した後、例えば600nm程度の厚さの例えば亜鉛をドーピングした $(\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3})_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ 等からなる第2導電型のクラッド層10を形成し、例えば300nmの厚さの例えば亜鉛をドーピングした GaAs 等からなるコンタクト層11を順次積層形成する。

【0037】さらに、ホウ素をイオン注入することにより、外側に第1導電型例えばn型の電流狭窄層12を形成し、中央にストライプ構造を形成する。その後は、コンタクト層11のストライプ構造上を覆って、第2導電型の電極14として、例えば50nm程度の Ti 、例えば厚さ100nm程度の Pt 、例えば厚さ200nm程度の Au を、例えば蒸着によって順次被着形成させ、 $\text{Ti}/\text{Pt}/\text{Au}$ からなるp型電極を形成する。続いて同様に第1導電型の電極13として、例えば160nm程度の Au-Ge 、例えば厚さ50nm程度の Ni 、例えば厚さ100nm程度の Au を蒸着し、 $\text{Au-Ge}/\text{Ni}/\text{Au}$ からなるn型電極を形成する。

【0038】このようにして、図1に示す構造の半導体レーザ1を製造することができる。

【0039】この例においては、 AlGaInP 系の半

導体レーザに適用した例であったが、その他の材料系や構造の半導体レーザであっても、また発光ダイオードでも、同様に、拡散防止層として格子不整合を有する層を形成して、導入不純物の活性層への拡散を防止することができる。導入不純物は、この例では亜鉛を挙げたが、その他の導入不純物を用いても良い。

【0040】本発明の発光素子は、上述の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲でその他様々な構成が取り得る。

【0041】

【発明の効果】上述の本発明による発光素子によれば、格子間の不純物の活性層への拡散を抑制することができるので、活性層の劣化が抑制され、寿命が長くなることによって、発光素子の信頼性を高めることができる。また、これによってドーパントの活性層への拡散にとらわれず、ドーピングプロファイルの自由度が広がる。

【0042】また、引っ張り歪み層と圧縮歪み層とを組み合わせて格子不整合を有する層を構成したときには、格子不整合を有する層の実質的な臨界膜厚を厚くすることができ、不純物の拡散を抑制する効果を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の発光素子の実施例の半導体レーザの概略構成図(断面図)である。

【図2】図1の半導体レーザの活性層付近のエネルギーバンド図である。

【図3】圧縮歪み層を用いた場合の例を説明する図である。

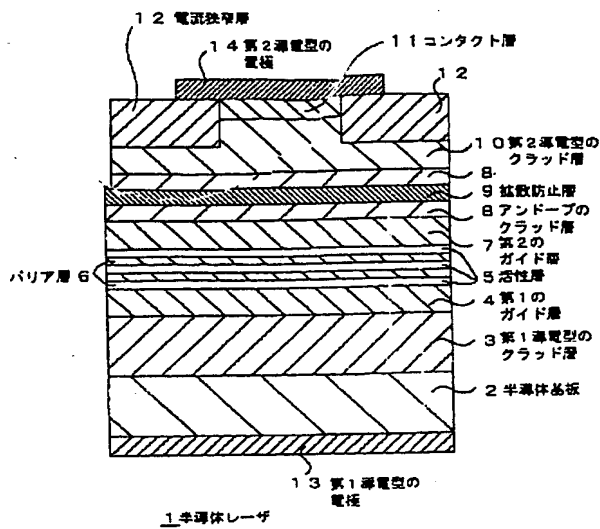
【図4】引っ張り歪み層を用いた場合の例を説明する図である。

【図5】圧縮歪み層と引っ張り歪み層を組み合わせて用いた場合の例を説明する図である。

【符号の説明】

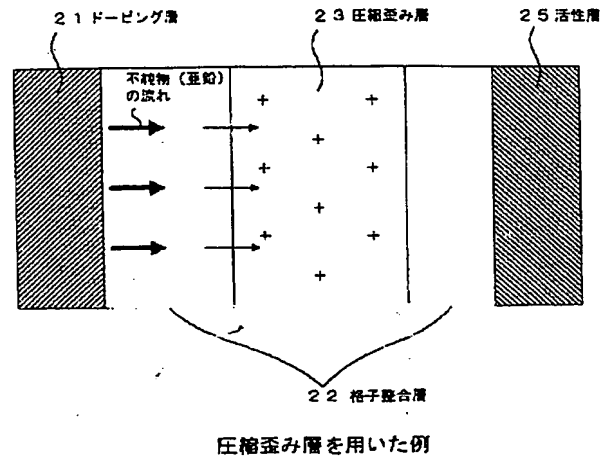
1 半導体レーザ、2 半導体基板、3 第1導電型のクラッド層、4 第1のガイド層、5 活性層、6 バリア層、7 第2のガイド層、8 アンドープのクラッド層、9 拡散防止層、9a 歪み層、9b 歪み層、10 第2導電型のクラッド層、11 コンタクト層、12 電流狭窄層、13 第1導電型の電極、14 第2導電型の電極、21 ドーピング層、22 格子整合層、23 圧縮歪み層、24 引っ張り歪み層、25 活性層

【図1】



実施例の構成図

【図3】



【図2】

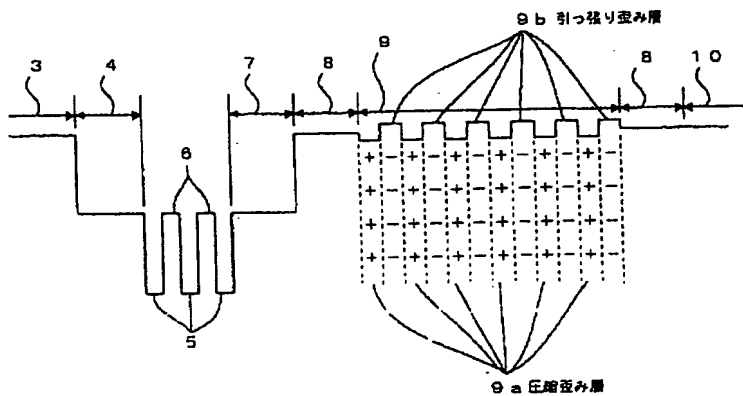
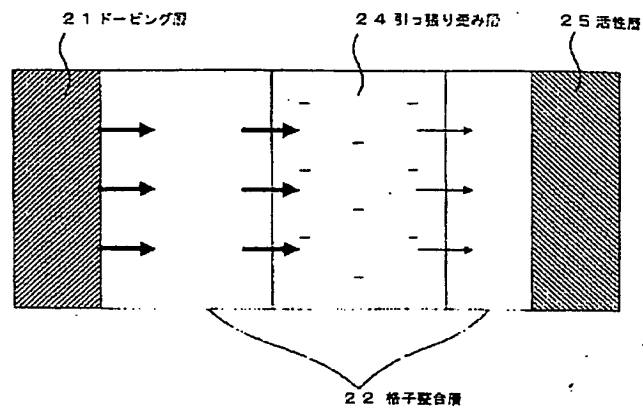


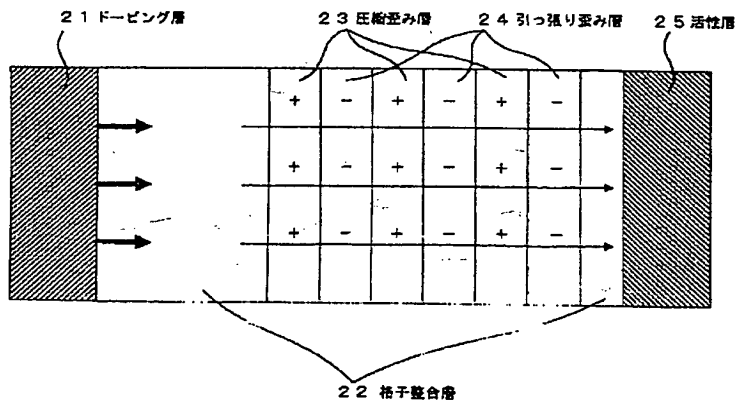
図1の活性層近傍のエネルギーバンド図

【図4】



引っ張り歪み層を用いた例

【図5】



圧縮歪み層と引っ張り歪み層を組み合わせて用いた例